

個別照度を実現する分散制御照明システムにおける 照度センサ位置の検出精度の評価

三木 光範[†] 笠原 佳浩^{††} 吉見 真聡[†] 伊藤 博高^{††}

[†] 同志社大学理工学部 ^{††} 同志社大学大学院

1 はじめに

著者らは、オフィス環境においてワークの知的生産性向上と省エネルギー化を目的とした知的照明システムの研究を行っている [1]。知的照明システムは、自律分散型のアルゴリズムを用いているため、1 台の制御装置ですべての照明器具を制御する集中制御型のシステム、および各照明器具に搭載された制御装置がそれぞれの照明器具を制御する分散制御型のシステムの双方のシステム構成をとることができる。しかしながら、これまで分散制御型知的照明システムにおける照度収束性は検証されていない。分散制御型知的照明システムでは、集中制御型知的照明システムと異なり制御が非同期に行われるため、制御に必要な照明と照度センサの影響度を、制御に十分な精度で学習することができない可能性がある。そこで本研究では、分散制御型知的照明システムにおける照度収束性の検証を行う。

2 知的照明システム

知的照明システムは、制御装置、照明器具、照度センサ、および電力センサから構成されている。制御装置は、照度センサからの照度情報、および電力センサからの消費電力情報に基づいて、自律分散型のアルゴリズムに従い照明を制御する。この制御において、知的照明システムでは、各制御装置は照明が照度センサに及ぼす影響を学習する（以下、影響度学習）ことで効率的に制御を行っている [2]。現在では複数のオフィスビルにプロトタイプシステムを導入し、実用化に向けた実証実験を行っている [3]。

実証実験で用いられている知的照明システムは、1 台の制御装置ですべての照明を制御する集中制御型のシステムである [3]。知的照明システムは自律分散型のアルゴリズムを用いているため、システム構成として、各照明器具に搭載された制御装置がそれぞれの照明器

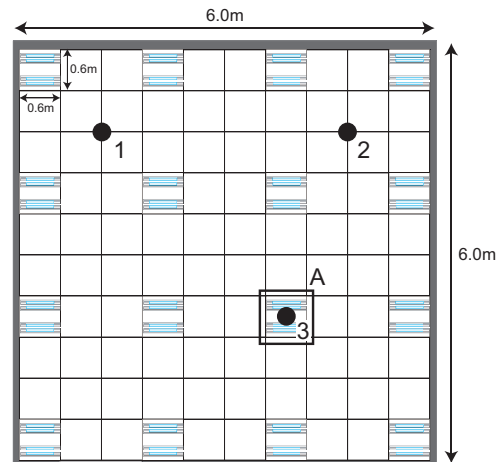


図 1: 実験環境

具を制御する分散制御型システムであるが、1 台の制御装置の中に複数のスレッドを立ち上げ制御を行うことで集中制御型システムとすることも可能である。

集中制御型知的照明システムでは、制御装置が照度センサおよび A/D 変換器の制御を行うことで、必要ときに最新の照度情報を取得することができる。一方、分散制御型知的照明システムでは、集中制御装置が存在しないため、A/D 変換器搭載の照度センサが自律的に制御を行う。そのため、照度センサは、自身の照度情報を一定の間隔（以下、照度送信間隔）で照明へ送信する必要がある。分散制御型知的照明システムにおける照度送信間隔が大きくなると、照明は自身の光度変化の影響を含んだ適切な照度を得ることができなくなり、影響度学習の精度が低下する。知的照明システムでは、制御に十分な影響度学習の精度が得られない場合、照度が収束しない可能性がある。

3 分散制御型知的照明システムにおける照度収束性

3.1 検証実験概要

分散制御型知的照明システムにおける照度送信間隔と照度収束性の関係を検証するため、シミュレータを構築し、検証実験を行った。実験環境を図 1 に示す。

図 1 に示す通り、本実験では照明器具を 16 台、照度センサを 3 台用いる。本実験では、集中制御型知的照明システム、および分散制御型知的照明システムにおいて照度センサの照度送信間隔を 0.25 s, 0.50 s, 0.75 s, 1.00 s とした場合の合計 5 種類について、100 回影

Evaluation of Detection Accuracy of the Illuminance Sensors Position for the Distributed Controlled Lighting System that can Achieve an Individual Illuminance

[†] Mitsunori MIKI(mmiki@mail.doshisha.ac.jp)

[†] Yoshihiro KASAHARA(ykasahara@mikilab.doshisha.ac.jp)

[†] Masato YOSHIMI(myoshimi@mail.doshisha.ac.jp)

[†] Hirotaka ITO(hito@mikilab.doshisha.ac.jp)

Doshisha University ([†])

1-3 Miyakodani, Tataru, Kyotanabe, Kyoto 610-0321

響度学習実験を行い、影響度学習精度の比較を行う。なお、照明の制御間隔を 1.00 s とし、照明が調光信号を受信してから光度が変化するまでの時間を 0.50 s とした。

3.2 検証実験結果

100 回影響度学習を行ったうち、照明 A における回帰係数の履歴の一例を図 2 に示す。また、照明 A における 100 試行の回帰係数の中央値を表 1 に示す。

図 2-(A) より、集中制御型知的照明システムにおいて、制御開始から約 100 秒で回帰係数が変化している。学習後である制御開始から 250 秒後の回帰係数に関して、最も照明に距離が近い照度センサ 3 の回帰係数は約 0.35 と、他の照度センサの回帰係数と比較して最も高い値である。また、次に照明 A に近い照度センサ 2 の回帰係数は約 0.05 と、照度センサ 1 の回帰係数と比較して高い値である。照明 A から最も遠い照度センサ 1 の回帰係数は約 0.02 と最も低い値である。このことより、集中制御型知的照明システムでは、正しく学習が行えていることが確認できる。図 2-(B) および (C) より、照度送信間隔が 0.25 s および 0.50 s においては、集中制御型知的照明システムとほぼ同様の結果が得られた。図 2-(D) より、照度送信間隔が 0.75 s においては、照度センサ 1 の回帰係数が安定するまで約 150 秒必要である。また、学習後である制御開始から 250 秒後の回帰係数に関して、照度センサ 3 の回帰係数が約 0.22、照度センサ 2 の回帰係数が約 0.03 と低くなっている。図 2-(E) より、照度送信間隔が 1.00 s においては、学習後である制御開始から 250 秒後の回帰係数に関して、照度センサ 3 の回帰係数が約 0.10、照度センサ 2 の回帰係数が約 0.00 と低くなっている。

表 1 より、照明 A における照度収束後の回帰係数の中央値において、照度センサ 1 に関しては、照度送信間隔の違いによる回帰係数の違いはほぼない。照度センサ 2 に関しては、照度送信間隔が 0.75 s および 1.00 s について、他の照度送信間隔と比較して約 0.01 回帰係数が低い。照度センサ 3 に関しては、集中制御型知的照明システム、および照度送信間隔が 0.25 s、0.50 s については、照度送信間隔の違いによる回帰係数の違いはほぼない。一方、照度送信間隔が 0.75 s については、照度送信間隔が 0.50 s 以下と比較して回帰係数が約 0.10 低い。また、照度送信間隔が 1.00 s については、照度送信間隔が 0.50 s 以下と比較して回帰係数が約 0.15 低い。

以上の結果より、分散制御型知的照明システムにおいて学習精度を確保できる照度送信間隔は、0.50 s 以内である。

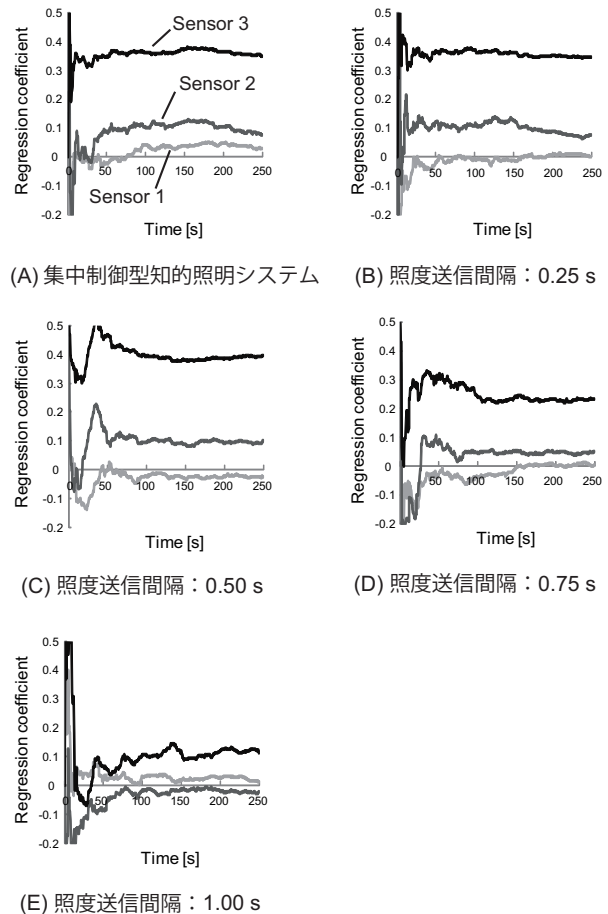


図 2: 照明 A における回帰係数履歴

表 1: 照明 A における照度収束後の回帰係数の中央値

	集中	0.25 s	0.50 s	0.75 s	1.00 s
Sensor 1	0.019	0.014	0.015	0.013	0.008
Sensor 2	0.049	0.053	0.041	0.031	0.032
Sensor 3	0.340	0.337	0.334	0.223	0.183

本研究では、分散制御型知的照明システムにおける照度送信間隔と照度収束性の関係について検証を行った。検証結果より、分散制御型知的照明システムでは、照度送信間隔を 0.50 s 以内にすることで、集中制御型知的照明システムと同等の学習性能をもつことを示した。

参考文献

- [1] 三木光範, 知的照明システムと知的オフィス環境コンソーシアム, 人工知能学会誌, Vol.22, No.3, pp.399-410, 2007.
- [2] 小野景子, 三木光範, 米澤基, 知的照明システムのための自律分散最適化アルゴリズム, 電気学会論文誌, Vol.130, No.5, pp.750-757, 2010.
- [3] 小野景子, 三木光範, 吉見真聡, 西本龍生, 近江哲也, 足立宏, 秋田雅俊, 笠原佳浩, LED 照明を用いた知的照明システムの実オフィスへの導入, 電気学会論文誌, Vol.131, No.5, pp.321-327, 2011.